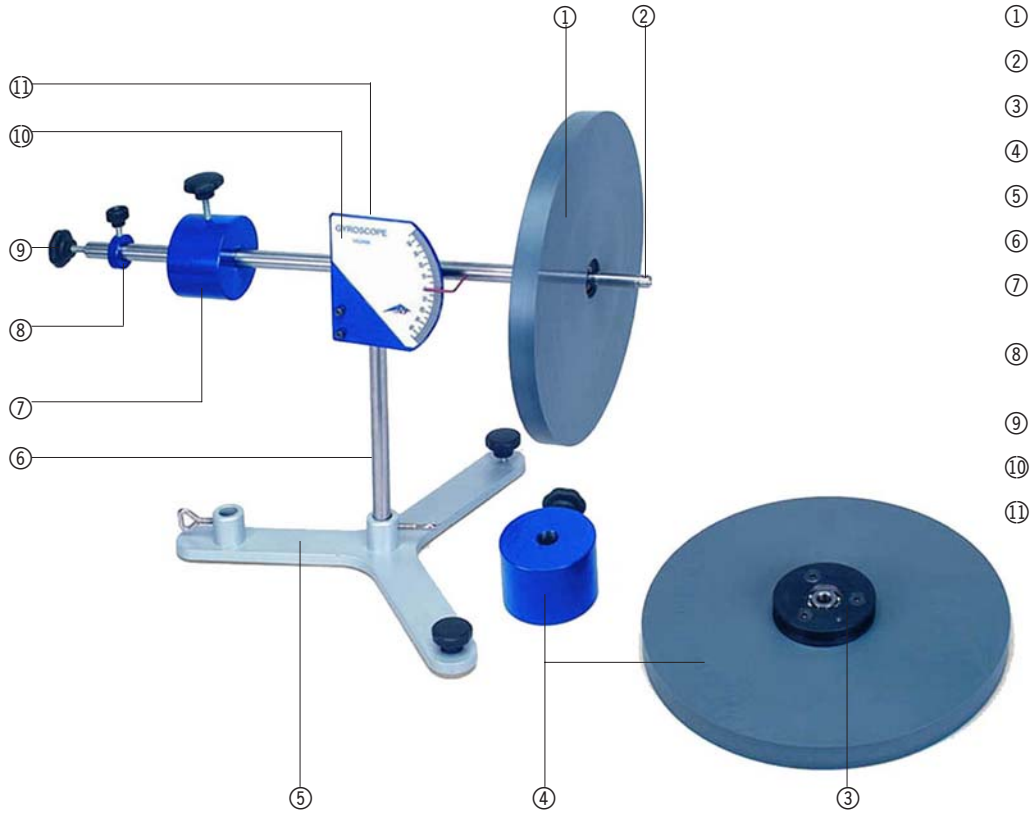
# Giroscopio U52006

# Accesorios del giroscopio U52010

## Manual de instrucciones

9/05 ALF




① Disco rotatorio (giroscopio)
② Eje del giroscopio
③ Carrete para la cuerda
④ Juego de accesorios U52010
⑤ Base
⑥ Vara de soporte
⑦ Peso de compensación, grande
⑧ Peso de compensación, pequeño
⑨ Tornillo de ajuste
⑩ Escala
⑪ Nivel (no visible)

Este equipo sirve tanto para la demostración como para el análisis cuantitativo de las leyes de los giroscopios en experimentos prácticos. Se pueden realizar experimentos sobre los siguientes temas:

- Momento de inercia del disco rotatorio
- Momento de giro / impulso de rotación
- Precesión
- Nutación

### 1. Aviso de seguridad

- Garantizar la estabilidad del giroscopio.
- Cuidar que ninguna pieza del giroscopio (disco, pesos) pueda caer.

### 2. Descripción, datos técnicos

**2.1 Giroscopio**

El giroscopio consta de un eje ②, con capacidad de giro horizontal y vertical que se sustenta sobre una vara de apoyo ⑥, a cuyo lado se encuentra un disco rotativo ① equipado de un rodamiento doble. En el lado opuesto se encuentran dos pesos móviles, de compensación, desplazables ⑦, ⑧, con los que se establece el equilibrio; para ajustar exactamente la posición de los pesos, se emplea el tornillo de ajuste ⑨ que se encuentra al final del eje. Para producir pares de giro externos, se cuelga del eje un soporte con un peso adicional. El ángulo de inclinación del eje se muestra en una escala de clara lectura ⑩. Un nivel ⑪ permite orientar el giroscopio en posición horizontal. El disco rotatorio puede entrar en

movimiento si se lo acciona manualmente por medio de un cordón; el rodamiento doble de bolas garantiza un largo tiempo de rotación casi libre de fricción. Aquí, las características de la estructura abierta del giroscopio, permiten una excelente observación del fenómeno.

| | |
|---|---|
| Escala: | – 45° a + 45° |
| Graduación de escala: | 1° |
| Disco rotatorio: | 250 mm Ø |
| Peso del disco: | 1500 g |
| Peso de los contrapesos: | 50 g, 1400 g |
| Peso total: | 4650 g |

### 2.2 Accesorios del giroscopio

Los accesorios del giroscopio U52006 se componen de un disco adicional y un contrapeso. Por medio de dos discos que giran en sentido contrario, con igual velocidad de giro, se puede demostrar la anulación de los fenómenos relativos a la rotación.

## 3. Teoría

Se conoce como giroscopio a un cuerpo rígido que gira sobre un eje alrededor de un punto fijo. Si sobre el giroscopio no actúa un par de giro externo, el eje de giro (de manera simultánea, el eje de impulso de giro) conserva su posición en el espacio. Si una fuerza externa actúa sobre el eje, el par de giro produce una modificación del impulso de rotación. El eje se inclina hacia un lado. El giroscopio se mueve en sentido perpendicular en relación con el eje de la figura y la fuerza activa. Este movimiento se denomina precesión. Si el eje de giro del disco, que se encuentra en rotación continua, soporta un golpe, este par de giro provoca un movimiento adicional de giro. El giroscopio realiza movimientos de inclinación, los cuales se denominan nutación. Generalmente, ambos movimientos se superponen.

## 4. Servicio

- La base ⑤ se puede colocar en una superficie de trabajo plana, libre de oscilaciones.
- Colocar y fijar el soporte ⑥ en la base.
- Ajustar el eje del giroscopio ② en el rodamiento.
- Por medio del nivel ⑪, orientar el aparato horizontalmente.
- Deslizar el disco rotatorio ① y los contrapesos ⑦, ⑧ en el eje. Asegurar el disco con el anillo de sujeción. Poner el giroscopio en equilibrio. Realizar el ajuste de precisión con el tornillo ⑨.
- Poner en rotación el aparato manualmente o por medio de la cuerda enrollada en el carrete ③.

## 5. Ejemplos de experimentos

Para la realización de los experimentos, se requiere adicionalmente el siguiente equipo:

- Cronómetro mecánico aditivo U11901, para medir la precisión y la frecuencia de nutación
- Varilla de soporte U15002 y nuez doble U13250 para ajustar el giroscopio
- Barrera de luz de horquilla U18020 y contador digital U21005 para medir los tiempos de circunvolución del disco

### 5.1 Determinación del momento de inercia del disco giratorio

- Armar el giroscopio de acuerdo con la fig. 1 y ponerlo en equilibrio.
- Sobre el disco se ejerce un par de giro $D$ conocido. Se medirá la aceleración angular $d\omega/dt$. Es válido:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{D}{I}$$

- Para esto, la cuerda, provista con una pesa en su extremo, se enrolla en el carrete y, al final, se la deja caer.
- Para el par de giro $D$ es válida la relación $D = mgr$ ($m$ = masa del peso acelerado y $r$ = radio del carrete de la cuerda).
- Para la determinación del ángulo de aceleración, se mide el tiempo $\Delta t$ desde la liberación del disco hasta que la pesa llegue al piso.
- Inmediatamente se determina la velocidad del ángulo $\omega_E$. Por medio de la barrera de luz, se mide la duración de una circunvalación del disco. Antes de iniciar el experimento, es necesario pegar una tira de papel suave en el borde del disco.
- El momento de inercia $I$ se obtiene a partir de:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_E}{\Delta t} \qquad I = \frac{D\,\Delta t}{\omega_E}$$

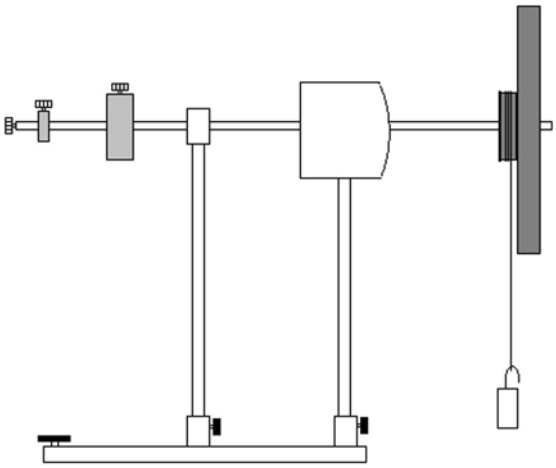


Fig. 1: Determinación del momento de inercia del disco

### 5.2 Precesión

- La meta del experimento es demostrar la precesión y analizar la duración de la misma en función de la frecuencia de rotación del disco.
- Montar el giroscopio según la Fig. 2 y ponerlo en equilibrio.
- Colgar del eje las pesas adicionales.
- Poner el instrumento en rotación manualmente o por medio de la cuerda.

- El giroscopio lleva a cabo un movimiento de precesión.
- Determinar la frecuencia de rotación $f$ del disco y medir la duración de una circunvalación de precesión $T_P$.
- La relación entre $f$ y $T_P$ se obtiene por medio de la ecuación:

$$f = \frac{m\,g\,R}{4\pi^2 I} T_P$$

  En donde $R$ es la distancia entre el punto de apoyo del eje del giroscopio y el punto de ataque de la masa adicional $m$.
- Tomar puntos de medida adicionales durante la disminución de la frecuencia de rotación.
- En un sistema de coordenadas, trazar la frecuencia de rotación como función de la duración de una circunvalación de precesión.
- A partir del ascenso $a$ de las curvas se puede determinar, de manera alternativa a la anteriormente descrita, el momento de inercia $I$ del disco:

$$f = \frac{m\,g\,R}{4\pi^2 a}$$

- Repetir el experimento con algunos otros pesos adicionales. Se puede demostrar que el peso adicional es casi proporcional a la frecuencia de precesión.

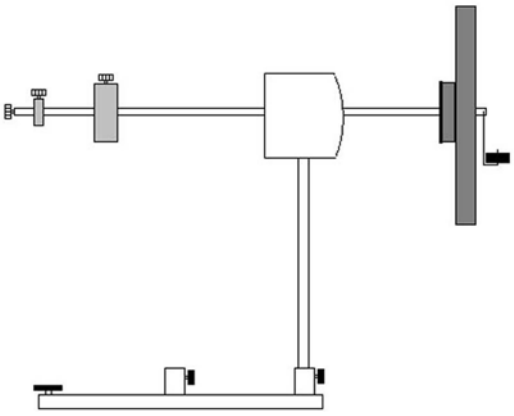


Fig. 2: Precesión

### 5.3 Nutación

- La meta del experimento es demostrar la nutación y analizar la dependencia de la frecuencia de nutación en función de la frecuencia de rotación del disco.
- Montar el giroscopio según la Fig. 3 y ponerlo en equilibrio.
- Poner el instrumento en rotación manualmente o por medio de la cuerda.
- Por medio de un golpe suave en la parte lateral del eje del giroscopio, se provocará la nutación.
- Para la evaluación cuantitativa del experimento, determinar la duración de un número adecuado de circunvalaciones de nutación.
- A continuación, medir el tiempo de giro del disco.
- Tomar otros puntos de medición mientras disminuye la frecuencia del disco.
- En un sistema de coordenadas, trazar la frecuencia de nutación del disco en función de la frecuencia de rotación.
- La frecuencia de nutación es proporcional a la frecuencia de rotación.

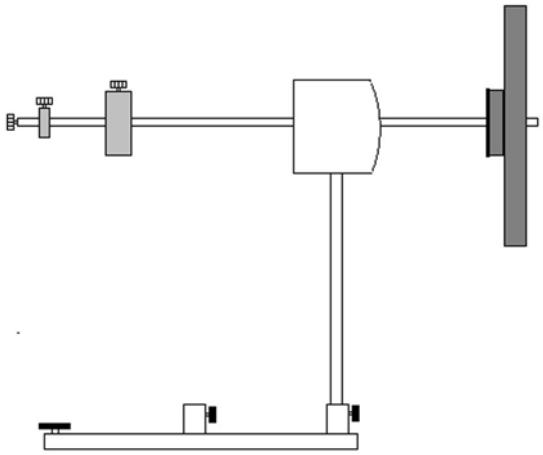


Fig. 3: Nutación

### 5.4 Anulación de los fenómeno propios del giroscopio

- Deslizar sobre el eje el segundo disco y los pesos de compensación de acuerdo con la Fig. 4. Asegurar el disco con el anillo de sujeción.
- Equilibrar el giroscopio.
- Colocar el peso adicional.
- Poner los discos manualmente en rotación, de manera que roten en el mismo sentido. Para mejorar la visualización del sentido de giro se puede pegar un pedazo de papel blanco sobre los discos.
- Demostrar los fenómenos de precesión y nutación.
- Ambos extremos de la cuerda serán enrollados sobre los respectivos carretes, en sentido opuesto entre sí.
- Después de tirar la cuerda, los discos rotan con una velocidad de giro aproximadamente igual, pero en dirección contraria.
- Demostrar la anulación de los fenómenos propios del giroscopio.

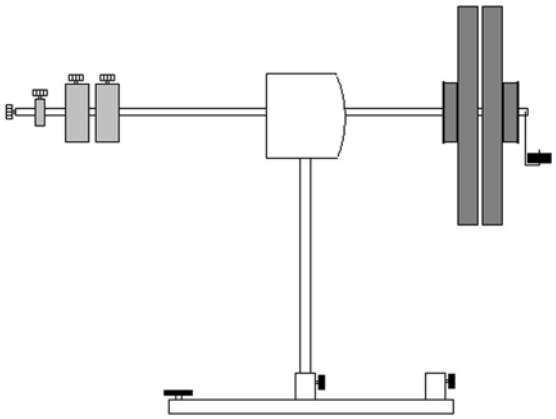


Fig. 4: Anulación de los fenómenos propios del giroscopio